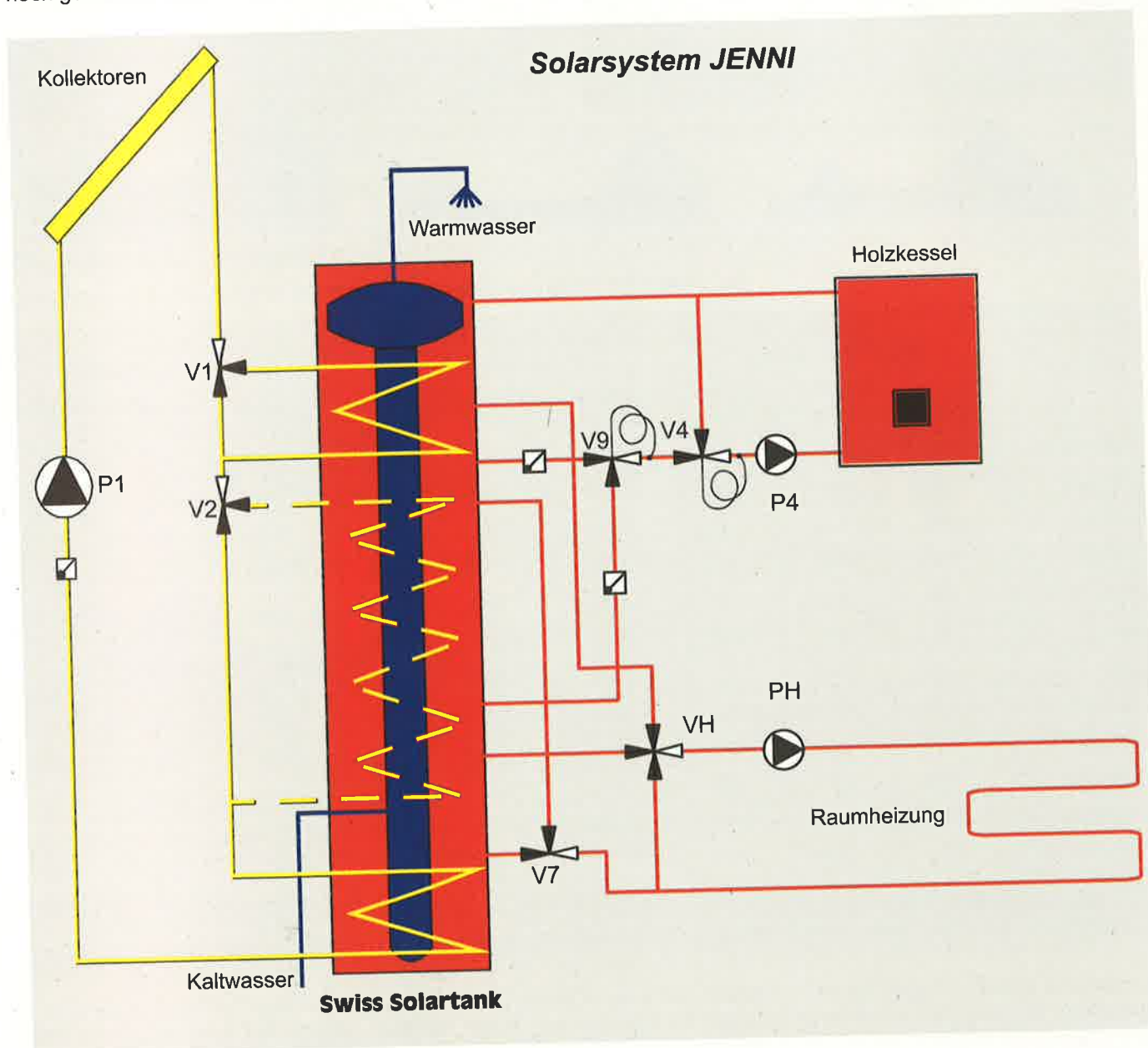


Prinzipieller Aufbau und Funktion der Anlage

Ein relativ grosser Speicher mit integriertem Boiler stellt das Herz der Anlage dar. Die durch die Sonnenkollektoren gewonnene Energie wird nach einem Variflow-Prinzip (siehe Kasten Seite 18) über mindestens zwei Wärmetauscher in den Speicher, bestenfalls in einen Saisonspeicher, geleitet. Der Speicher wird durch den Warmwasserverbrauch und die Raumheizung mittels zweckmässiger Konstruktion exergiegerecht entladen. Das heisst, die Energie wird aus möglichst tiefen Bereichen des Speichers bezogen, damit dieser im unteren Bereich möglichst schnell und tief entladen wird. Somit können die Sonnenkollektoren auf tiefer Temperatur arbeiten, was ihren Ertrag steigert.

Im Winter wird je nach Höhe des solaren Deckungsgrades mit mehr oder weniger zusätzlicher Energie, was fehlt und noch gebraucht wird, im oberen Bereich des Speichers nachgeheizt.



Die Ventile V2, V7 und V9 sind nicht bei allen Anlagen sinnvoll, respektive notwendig.

Eine Anlage mit einem guten hydraulischen Konzept:

- ist überschaubar,
- nutzt die physikalischen Eigenschaften von Wasser konsequent aus,
- ist mehr als die halbe Steuerung,
- ist damit effizienter und preiswerter.

3. Komponenten der Sonnenenergieanlage

Sonnenkollektoren

Die Sonnenkollektoren stellen den Antrieb (Motor) der Anlage dar. Mehr Energie als diese liefern können, kann die Sonnenenergieanlage nicht erzeugen. Im Gegensatz zu üblichen Sonnenenergieanlagen werden an sie erhöhte Anforderungen gestellt. Es lohnt sich, Flach-Kollektoren mit möglichst gutem Ertrag einzusetzen.

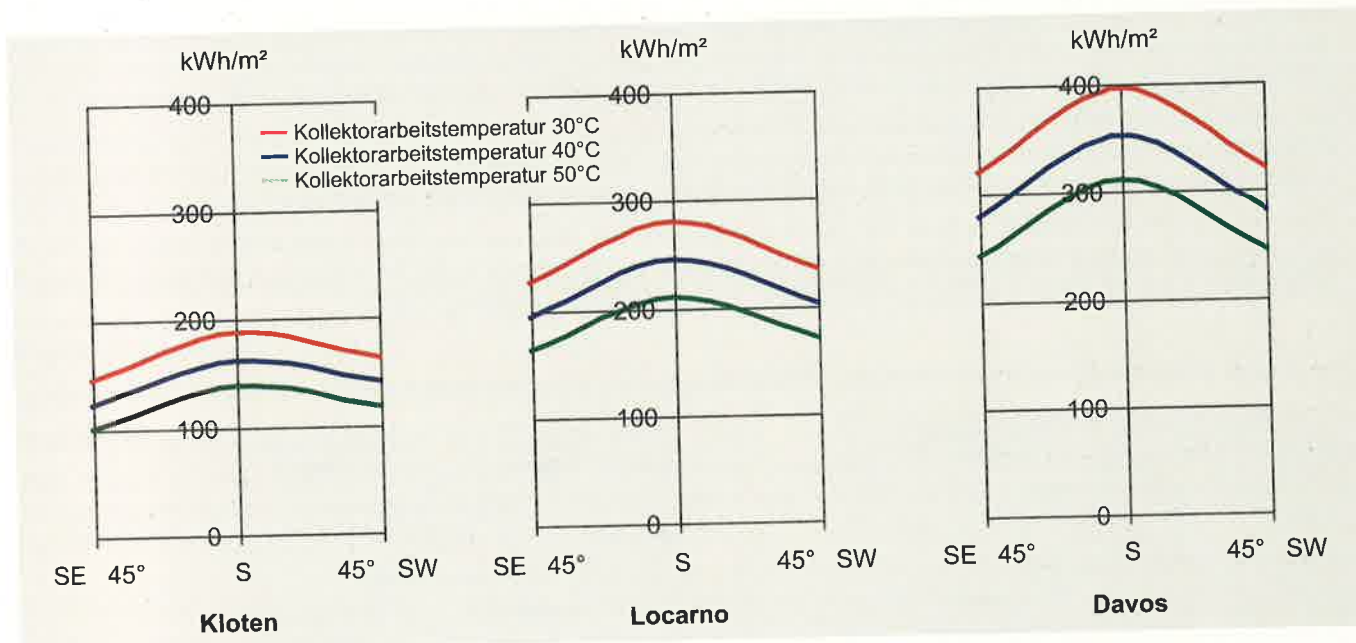
In den letzten Jahren hat sich die Leistungsfähigkeit der Kollektoren durch bessere selektive Schichten und bessere Gläser nochmals stark verbessert. Dies drückt sich durch immer höhere Stillstandstemperaturen von bis zu 250°C aus, was von Seiten der Überwärmebewältigung anspruchsvoller wird, aber auch die Nutzleistung im Winterhalbjahr wesentlich steigert.

Weil es häufig nicht so einfach ist die relativ grosse Kollektorfläche unterzubringen, muss darauf geachtet werden, dass der Kollektor den vorhandenen Platz gut ausnützt.

In der Praxis wird meist mit guten, einfach verglasten, selektiv beschichteten Flachkollektoren gearbeitet.

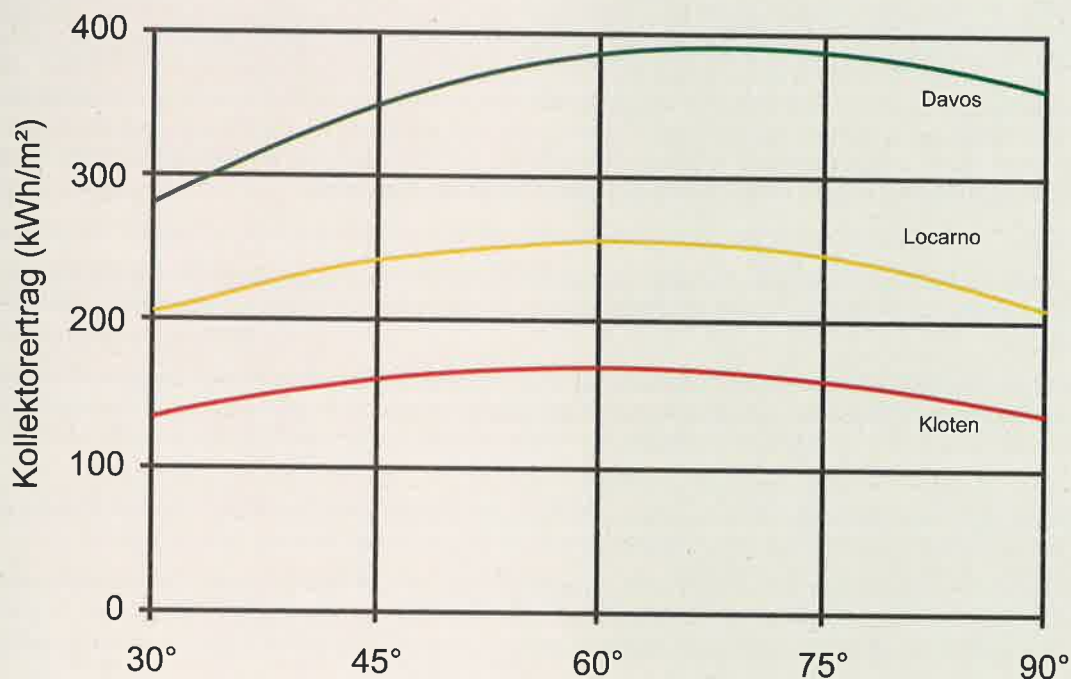
Orientierung

Die Kollektoren müssen nach der Sonne ausgerichtet sein.



Einfluss der Orientierung und der Arbeitstemperatur auf den Kollektorertrag im Winterhalbjahr an verschiedenen Standorten, Neigungswinkel: 45°.

Neigung



Einfluss der Neigung auf den Kollektoretrag bei Arbeitstemperatur 40°C im Winterhalbjahr an verschiedenen Standorten, Orientierung nach Süden.

Bei Hochdeckungsgrad-Anlagen müssen die Sonnenkollektoren nach der Wintersonne ausgerichtet werden, denn im Sommer hat man so oder so genug Energie:

Orientierung: Süd +/- 30°

Neigung: 35° – 90°, ideal: 45° – 70°

Für eine optimale Nutzung im Winterhalbjahr ist es wichtig, dass die Sonnenkollektoren recht gut gegen Süden und relativ steil orientiert sind, weil der Bogen der Sonnenbahn südlicher und tiefer verläuft.

Bei viel Wintersonne sind steilere Kollektoren leistungsfähiger. Ab einer Neigung von 45° wird im Sommer eine Leistungsreduktion deutlich spürbar, womit weniger Überwärme entsteht. Andererseits schränken grössere Neigungswinkel die Nutzfläche ein (limitierte Firsthöhe, Beschattung auf Flachdach).

Steiler geneigte Kollektoren produzieren im Sommer weniger Überwärme und heizen im Winter besser.

Je tiefer die Arbeitstemperatur der Kollektoren, umso grösser ihr Ertrag und umso weniger Sonne braucht es, bis Nutzwärme erzeugt werden kann. Je besser die Speicherbewirtschaftung ist, umso schneller und häufiger stehen den Kollektoren tiefe Arbeitstemperaturen zur Verfügung.

Die optimal tiefe Kollektorarbeitstemperatur wird durch exergiegerechte Speicherbewirtschaftung erreicht.

Kollektorkreis zuverlässig durch die Steigleitung zum Speicher transportiert und am Wärmetauschereintritt abgeschieden.

Ein automatischer Entlüfter an dieser Stelle ist für die Inbetriebnahmephase und die Wartung zweckmässig. Während des normalen Betriebs kann der Entlüfterautomat unter Umständen geschlossen und periodisch von Hand betätigt werden.

Die Entlüfter sind auf die Luftflasche aufzubauen und nicht nach unten zu ziehen (Flüssigkeitsverlust beim Entlüften). Ist der obere Wärmetauscher schlecht zugänglich, soll die Entlüftung nach oben geführt werden und der Entlüfter, z.B. im Bereich der Speicherentlüftung, zugänglich gesetzt werden. Wenn permanent grössere Gas-mengen im Sonnenkreislauf gebildet werden, sollte der Wärmeträger überprüft werden.

- **Pumpenauslegung:**
Grosse Kollektorfelder und lange Steigleitungen haben die Eigenschaft, mehr Druckabfall zu erzeugen als kleine Standardanlagen, besonders wenn aus Kostengründen an den Leitungsdimensionen gespart wird. Eine sorgfältige Berechnung ist unabdingbar.
Normale Heizungsumwälzpumpen weisen oft nicht die geforderte steile Druck/Volumenkennlinie auf. Selbstregelnde (druckregulierte) Umwälzpumpen sind verboten!
- **Sicherheitsventil:**
Die Dimensionierung hängt vom zulässigen Betriebsdruck sowie der Platzierung der relevanten Anlageteile (Kollektor, Expansion) ab. Hinweise im Anhang.
- **Umstellventil für Wärmetauscher:**
Das Ventil muss für die hohe Vorlauftemperatur des Kollektors geeignet sein und in beiden Arbeitsstellungen dicht schliessen (Vermeidung von Schwerkraftzirkulation über die Wärmetauscheranschlüsse).

Speicher – Saisonspeicher

Speichermedium

Abgesehen von der thermischen Masse des Gebäudes zur kurzfristigen Zwischenspeicherung der passiven Sonnenenergiegewinne steht im Sonnenhaus, aus praktischen Gründen, Wasser als Wärmespeicher absolut im Vordergrund.

- Wasser:
- speichert mehr Wärme als fast alle andern Stoffe
 - ist ungiftig und stabil (altert nicht, geht nicht kaputt)
 - ist billig und problemlos erhältlich
 - kann Wärme problemlos aufnehmen und abgeben (schnell und beliebig oft)
 - ist ein ideales Medium zum Transport (Pumpen) der Wärme
 - ist, solange es nicht gestört (aufgewirbelt) wird, ein schlechter Wärmeleiter
 - dehnt sich bei Temperaturerhöhung aus

Alle diese Eigenschaften machen Wasser nach wie vor zum idealen Wärmespeicher und Wärmetransportmedium. Angaben zu anderen Speichermedien finden Sie im Anhang, Seite 79.

Speichergrosse

Vor allem in Gegenden mit weniger Wintersonne (häufig Nebel oder Hochnebel, z.B. Schweizer Mittelland) ist ein grosser Speicher zur Erreichung eines hohen Deckungsgrades unverzichtbar. Mit ihm muss ein Teil der Wärme vom Spätsommer in den Winter mitgenommen werden können. In Regionen mit guter Winterbesonnung (Bergregionen oder andere nebelfreie Gebiete) geht es eher darum, bei schönem Wetter den Speicher aufzuladen und später, wenn das Wetter schlechter ist, von diesen Reserven zu zehren.

Unterer Grenzwert: Der Speicher muss mindestens so gross sein, dass die Überwärmeproblematik (zu heisser Speicher im Sommer) im Griff gehalten werden kann.

Dies ist abhängig von verschiedenen Einflussgrössen:

- Kollektorfläche, Kollektorart, Aufstellungsort, Kollektorneigung, Orientierung usw.
- Verbrauchsprofil, Kühlmöglichkeiten, Speicherisolation usw.

In der Praxis bedeutet das, dass der Speicher für Anlagen mit hohem Deckungsgrad mindestens 175 bis 200 Liter Volumen pro Quadratmeter Sonnenkollektor aufweisen sollte.

Minimal 175 bis 200 l Speichervolumen pro m² Sonnenkollektor.

Oberer Grenzwert: Die Kollektoren sollten in der Lage sein, den Speicher im Sommer mindestens einmal voll aufzuladen. Dabei steht nur die Energie der Sonnenkollektoren zur Verfügung, die über den momentanen Verbrauch hinaus geht.

Nur ein Speicher, der geladen werden kann, macht Sinn.

Speicher mit mehr als 1000 Liter pro Quadratmeter Sonnenkollektoren sind auch bei grossem Ertragsüberschuss kaum sinnvoll.

Maximal 1000l pro m² Sonnenkollektor.

Für die gute Funktion der Anlage sind der Speicher und seine geschickte Bewirtschaftung absolut zentral. Der Energieinhalt des Speichers ist nicht nur durch seinen Inhalt, sondern auch durch die nutzbare Temperaturdifferenz bestimmt.

Energieinhalt = Volumen x Nutztemperaturdifferenz.

Eine grosse Nutztemperaturdifferenz entsteht, wenn ein Speicher sauber geschichtet be- und entladen wird. Eine tiefe Rücklauftemperatur der Heizung erhöht die Nutztemperaturdifferenz. Andererseits darf die Bedeutung seiner Grösse (Inhalt) nicht überbewertet werden.

Ein Speicher erzeugt keine Wärme, und sei er noch so gross.

Man muss sich auch den für unsere Zwecke relativ geringen Energieinhalt von aufgeheiztem Wasser vor Augen halten.

1 m³ Wasser, um 60°C abgekühlt, setzt 70 kWh frei, was ca. 7 kg Öl oder 20 kg Holz entspricht.

Andererseits ist heisses Wasser einer der besten physikalischen Energiespeicher. 1000 Liter Wasser, die um 60°C abgekühlt werden können, entsprechen mehr als 25000 Liter Wasser, die mit einem Gefälle von 1000m Strom erzeugen.

Weitere Angaben zur Speicherdimensionierung im Kapitel 4: *Zusammenhänge der Grössen/Optimierung der Solaranlage.*

Impressionen Speicherherstellung



Speicherhöhe

Das Anlagekonzept basiert auf der sowohl kurzfristigen wie auch langfristigen (über den ganzen Winter) Ausnutzung der Temperaturschichtung.

Dazu werden die Tatsachen ausgenützt, dass Wasser seine Dichte mit der Temperatur ändert (warmes Wasser ist leichter als kaltes) und, so lange es nicht zirkuliert, ein schlechter Wärmeleiter ist.

Ein Speicher schichtet, wenn Wasser (oder auch Wärme via einen integrierten Wärmetauscher)

- am richtigen Ort

- nicht nutzlos

- sorgfältig ein- und ausgebracht wird

d.h. bei einem Speicher darf weder intern noch extern ein «Rührwerk» eingebaut werden.

In der Praxis ist es möglich, in einem Speicher Temperaturdifferenzen von 50°C und mehr innerhalb 5 cm (Höhe) zu erzeugen und diese Schicht durch Ladung und Entladung des Speichers mehrfach auf und ab zu schieben.

Damit die Schichtung über den ganzen Winter erhalten bleibt, muss alles stimmen: Richtig konstruierte Anschlüsse am richtigen Ort, kein sinnloses Umwälzen von Wasser. Zusätzlich ist es nötig, die verschiedenen Temperaturzonen genügend auseinander zu halten.

Dazu ist eine minimale Speicherhöhe ab etwa vier Meter notwendig.

Minimale Speicherhöhe: 4 Meter – mehr ist besser.

Je höher der Speicher ist, umso besser kann er bewirtschaftet werden.

Weitere Informationen zu Speicher und Speicherbewirtschaftung finden Sie in unserem Buch «*Speicher in Theorie und Praxis*».

Bestellungen möglich auf www.jenni.ch



Impressionen Speichertransporte

